

101069035

Translation

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

5

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 27881-0637	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/CA00/00865	International filing date (day/month/year) 21 July 2000 (21.07.00)	Priority date (day/month/year) 18 August 1999 (18.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01M 4/24		
Applicant HYDRO-QUEBEC		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 26 February 2001 (26.02.01)	Date of completion of this report 06 July 2001 (06.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Basis of the report****1. With regard to the elements of the international application:\***

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1-12 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 1-20 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/7-7/7 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

**2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.**

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

**3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:**

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

**4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:**

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

**5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\***

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

1. **Disclosures:**

## 1.1 D1: EP-A-0 245 932

Document D1 discloses a thin and dense band based on an active metallic alloy powder, comprising Ti, Ni or other metals, capable of reversibly absorbing hydrogen (column 1, lines 6-16), obtained by rolling a powder (column 2, lines 42-51) and by **sintering at a temperature between 950°C and 1050°C** (column 9, line 34). **It does not specify that a metal hydride powder is involved.**

## 1.2 D2: WO 98 21767 A

Document D2 discloses a thin and dense band, based on at least a metal hydride, capable of reversibly absorbing hydrogen (page 3, lines 8-32), obtained by **impression of a slurry of active material into a conductive foam, by sintering at a temperature between 700°C and 1000°C or between 800°C and 1200°C**, and by rolling (page 11, line 6 to page 12, line 14).

## 1.3 D3: WO 96 23906 A

Document D3 only discloses preparation by milling (page 7, line 19-page 7, line 7) of a nanocrystalline powder of a metallic alloy containing magnesium, capable of reversibly

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

absorbing hydrogen (page 6, lines 4-8), **but nor does it mention a hydride, or forming a band by rolling.**

1.4 D4: EP-A-0 460 424

Document D4 defines the prior art in general and is therefore not considered relevant.

**2. Novelty:**

- 2.1 The subject matter of Claim 1 is considered novel over the known prior art, and therefore as complying with the requirements of PCT Article 33(1) and (2).
- 2.2 Claims 2-17 are dependent on Claim 1 and therefore, as such, also satisfy the PCT requirements as regards novelty.
- 2.3 As the part according to any one of Claims 1-17 is novel, the use of this part is also novel.

**3. Inventive step:**

- 3.1 Document D1, which is considered the closest prior art, describes (cf. 1.1) a part from which the part which is the subject matter of Claim 1 differs in that it is obtained by rolling a metallic hydride powder, and in that the band is obtained at a temperature below 400°C.

The problem which the present invention sets out to solve can therefore be considered that of producing a band based on a nanocrystalline metal hydride powder, having good hydrogen absorption properties. The solution proposed (a simplified method) in Claim 1 of the present application is considered inventive (PCT Article 33(1) and (3)), as it does not involve high temperature annealing (or sintering) which would reduce the absorption properties. Moreover, metal hydride powder is used. Finally, D3 discloses only preparation of the basic powder, which is furthermore not based on metal hydride, and not of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



the finished part.

3.2 Claims 2-17 are dependent on Claim 1 and therefore, as such, also satisfy the PCT requirements as regards inventive step.

3.3 The uses of the part as per Claims 18-20 are also considered inventive.

**4. Comment:**

The amendment of the description and the claim, page 3, lines 19-23, consisting of characterising the band by the fact that it should be obtained at a temperature below 400°C, is supported by the description, page 7, lines 19-22. This amendment therefore complies with the requirements set out in PCT Article 19(2) (EPC Article 123(2)).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PCT

REC'D 10 JUL 2001



WIPO PCT

## RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire 27881-0637	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d' examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/CA00/00865	Date du dépôt international (jour/mois/année) 21/07/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 18/08/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H01M4/24		
Déposant HYDRO-QUEBEC et al.		

<p>1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.</p> <p>2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.</p> <p><input type="checkbox"/> Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).</p> <p>Ces annexes comprennent feuilles.</p>
<p>3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I <input checked="" type="checkbox"/> Base du rapport</li><li>II <input type="checkbox"/> Priorité</li><li>III <input type="checkbox"/> Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle</li><li>IV <input type="checkbox"/> Absence d'unité de l'invention</li><li>V <input checked="" type="checkbox"/> Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration</li><li>VI <input type="checkbox"/> Certains documents cités</li><li>VII <input type="checkbox"/> Irrégularités dans la demande internationale</li><li>VIII <input type="checkbox"/> Observations relatives à la demande internationale</li></ul>

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 26/02/2001	Date d'achèvement du présent rapport 06.07.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Haering, C N° de téléphone +49 89 2399 8010 

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/CA00/00865

## I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

### Description, pages:

1-12                      version initiale

### Revendications, N°:

1-20                      version initiale

### Dessins, feuilles:

1/7-7/7                      version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/CA00/00865

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n° :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

*(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-20
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-20
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-20
	Non : Revendications

2. Citations et explications  
**voir feuille séparée**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon la règle 66.2(a)(ii) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1. Divulgations:****1.1. D1: EP-A-0 245 932**

Le document D1 divulgue un ruban mince et dense à base d'une poudre active d'alliage métallique, comprenant Ti, Ni ou autres, capable d'absorber l'hydrogène de façon réversible (c.1, l.6-16), obtenu par laminage d'une poudre (c.2, l.42-51) et par **frittage à une température entre 950°C et 1050°C (c.9, l.34). Il n'est pas stipulé qu'il s'agisse d'une poudre d'hydrure métallique.**

**1.2. D2: WO 98 21767 A**

Le document D2 divulgue un ruban mince et dense, à base d'au moins un hydrure métallique, capable d'absorber l'hydrogène de façon réversible (p.3, l.8-32), obtenu par **l'impression d'une barbotine de matière active dans une mouss conductrice, par frittage à une température entre 700°C et 1000°C ou bien entre 800°C et 1200°C, et par laminage (p.11, l.6 - p.12, l.14).**

**1.3. D3: WO 96 23906 A**

Le document D3 divulgue seulement la préparation par broyage (p.7, l.19-p.7, l.7) d'une poudre nanocristalline d'un alliage métallique contenant du magnésium, capable d'absorber l'hydrogène de façon réversible (p.6, l.4-8), **mais il n'est fait mention ni d'un hydrure, ni d'un laminage pour former un ruban.**

**1.4. D4: EP-A-0 460 424**

Le document D4 définit l'état général de l'art et n'est donc pas considéré comme pertinent.

**2. Nouveauté:**

- 2.1. L'objet de la revendication 1 est considéré comme nouveau vis-à-vis de l'art antérieur connu, satisfaisant ainsi aux conditions requises par l'Article 33(1) et (2) PCT.**
- 2.2. Les revendications 2 à 17 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté.**
- 2.3. La pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 17 étant nouvelle, l'usage de**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

cette pièce est également nouveau.

**3. *Activité inventive:***

- 3.1. Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche, décrit (cf. 1.1.) une pièce dont diffère celle qui fait l'objet de la revendication 1 en ce que la pièce est obtenue par laminage d'une poudre d'hydrure métallique, et en ce que le ruban est obtenu à une température inférieure à 400°C.

Le problème que se propose de résoudre la présente invention peut donc être considéré comme étant la fabrication d'un ruban à base d'une poudre nanocristalline d'hydrure métallique, ayant donc des propriétés d'absorption d'hydrogène élevées. La solution proposée (un procédé simplifié) dans la revendication 1 de la présente demande est considérée comme inventive (Article 33(1) et (3) PCT) car elle n'implique pas de recuit (ou frittage) à haute température qui viendrait réduire les propriétés d'absorption. De plus, de la poudre d'hydrure métallique est utilisée. Enfin, dans D3 n'est divulgué que la préparation de la poudre de base, qui n'est d'ailleurs pas à base d'hydrure métallique, et non de la pièce finie.

- 3.2. Les revendications 2 à 17 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne l'activité inventive.
- 3.3. Les usages de la pièce selon les revendications 18 à 20 sont également considérés comme inventifs.

**4. *Remarque:***

La modification de la description et de la revendication, page 3, lignes 19 à 23, consistant à caractériser le ruban par le fait qu'il soit obtenu à une température inférieure à 400°C, est supportée par la description, p.7, l.19-22. Cette modification respecte donc les critères énoncés par l'Article 19(2) PCT (éq. Article 123(2) EPC).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
22 février 2001 (22.02.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/13445 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: H01M 4/24,  
8/06, C01B 3/00, 6/24, B22F 3/11

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/CA00/00865

(22) Date de dépôt international: 21 juillet 2000 (21.07.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
2,280,434 18 août 1999 (18.08.1999) CA

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): HY-  
DRO-QUEBEC [CA/CA]; 75 René-Lévesque Ouest,  
Montréal, Québec H2Z 1A4 (CA).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): SCHULZ,  
Robert [CA/CA]; 68 Bel Horizon, Sainte-Julie, Québec  
J0L 2S0 (CA). BOILY, Sabin [CA/CA]; 1676 Labonté,  
Chambly, Québec J3L 5M6 (CA). DUBUC, René  
[CA/CA]; 380 De Normandie, Sainte-Julie, Québec J3E  
1E8 (CA). BLOUIN, Marco [CA/CA]; 4601, 18e Avenue,  
app. 8, Montréal, Québec H1X 2N6 (CA). LALANDE,  
Guy [CA/CA]; 358 St-Joseph Est, Montréal, Québec H2T  
1J4 (CA).

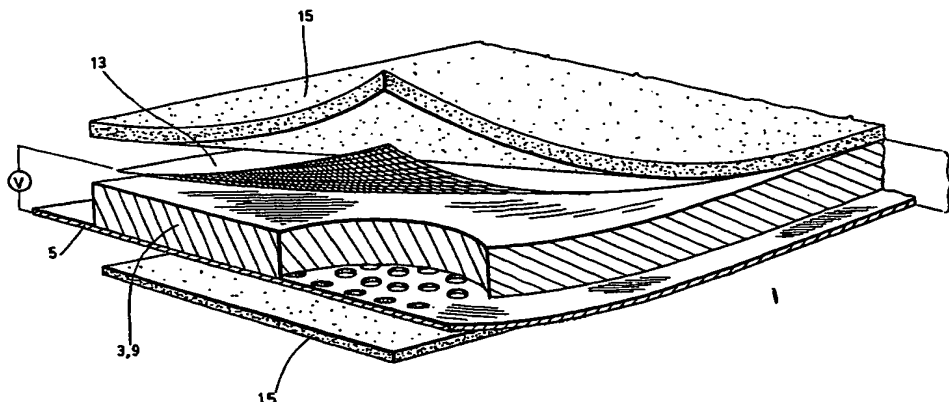
(74) Mandataire: ROBIC; 55 St-Jacques, Montréal, Québec  
H2Y 3X2 (CA).

(81) États désignés (national): BR, CN, JP, KR, MX, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METAL HYDRIDE BANDS AND USE THEREOF FOR STORING HYDROGEN

(54) Titre: RUBANS D'HYDRURES METALLIQUES ET LEUR USAGE POUR LE STOCKAGE DE L'HYDROGENE



(57) Abstract: The invention concerns a piece based on one or several metal hydrides capable of reversibly absorbing hydrogen. Said piece is in the form of a thin and dense band, having a thickness preferably not more than 1 mm and porosity preferably less than 20 %. The piece is obtained by rolling a powder of selected hydride(s), with or without additional component(s), such as binders or heat-transfer elements. Said piece can easily be produced on an industrial scale. By its very nature, it is particularly adapted for use as a base element in a tank for storing and transporting hydrogen. It can also be used in a Ni-MH type battery for storing and transporting energy.

(57) Abrégé: L'invention vise une pièce à base d'un ou plusieurs hydrures métalliques capables d'absorber l'hydrogène de façon réversible. Cette pièce se présente sous la forme d'un ruban mince et dense, d'épaisseur de préférence égale ou inférieure à 1 mm et de porosité de préférence inférieure à 20%. La pièce est obtenue par laminage d'une poudre du ou des hydrures choisis, avec ou sans composante(s) additionnelle(s), telles que des liants ou éléments caloporteurs. Cette pièce peut facilement être produite à une échelle industrielle. De par sa nature, elle est particulièrement bien adaptée pour être utilisée comme élément de base dans un réservoir pour le stockage et le transport de l'hydrogène. Elle peut aussi être utilisée dans une batterie du type Ni-MH pour le stockage et le transport d'énergie.

WO 01/13445 A1



(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

- Avec rapport de recherche internationale.
- Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

## RUBANS D'HYDRURES METALLIQUES ET LEUR USAGE POUR LE STOCKAGE DE L'HYDROGENE

5 **PRÉAMBULE**

La présente invention a pour objet des pièces à base d'hydrures métalliques, lesquelles se présentent sous la forme de rubans obtenus par laminage.

10 L'invention a également pour objet l'usage de ces pièces pour le stockage et le transport de l'hydrogène dans des réservoirs de stockage d'hydrogène.

L'invention a aussi pour objet l'usage de ces mêmes pièces dans des batteries de type Ni-MH ou autres équipements utilisés pour la purification, la séparation, la compression, la détection, la réfrigération, le  
15 chauffage, le stockage et la génération d'énergie.

Dans la présente description et les revendications annexées, l'expression « hydrures métalliques » est utilisée pour désigner tous les métaux, alliages, composites et autres matériaux connus pour absorber l'hydrogène de façon réversible, qu'ils soient sous forme non hydrogénés  
20 (c'est-à-dire avant absorption ou après désorption d'hydrogène) ou sous forme hydrogénée (c'est-à-dire après absorption et avant désorption). Les hydrures en question peuvent être du type « à hautes températures ». À titre d'exemples de tels hydrures, on peut citer Na, Mg, Mg<sub>2</sub>Ni, Li, Ti, Zr ou Ca. Ces hydrures peuvent aussi être de type « à basses ou relativement  
25 basses températures ». À titre d'exemples de tels hydrures, on peut citer MmNi<sub>5</sub>, LaNi<sub>5</sub>, CaNi<sub>5</sub>, FeTi, Ti<sub>0.98</sub>, Zr<sub>0.02</sub>, V<sub>0.43</sub>, Fe<sub>0.09</sub>, Cr<sub>0.05</sub>, Mn<sub>1.5</sub> et les alliages de Bogdanovic.

**BRÈVE DESCRIPTION DE L'ART ANTÉRIEUR**

30 L'usage d'hydrures métalliques pour le stockage et le transport de l'hydrogène est bien connu en soi. L'hydrogène ainsi stocké est

habituellement utilisé comme source d'énergie pour des véhicules fonctionnant à l'hydrogène, pour des batteries ou pour des machines ou autres équipements de purification, séparation, compression, détection, réfrigération ou chauffage.

5           Si toutes ces applications potentielles sont extrêmement intéressantes, il existe toutefois un problème pratique de transferts de chaleur et de masse (hydrogène) associé à l'utilisation des hydrures métalliques présentant une grande cinétique d'absorption et de désorption de l'hydrogène. En effet, l'absorption d'hydrogène par un hydrure métallique  
10 est un phénomène exothermique. Il faut donc évacuer rapidement de la chaleur lors de l'absorption sinon le processus se trouve ralenti. Par ailleurs, la désorption est un phénomène endothermique. Il faut donc fournir de la chaleur rapidement pour extraire de l'hydrogène d'un hydrure métallique à grand débit. Lorsqu'on envisage d'hydrogéner ou de déshydrogéner très  
15 rapidement un matériau et donc en même temps extraire ou fournir de la chaleur, il faut réduire les parcours thermique et de diffusion le plus possible, d'où la nécessité d'avoir une des dimensions du matériau petite. De plus, afin d'avoir une grande capacité de stockage par unité de volume, il est nécessaire de consolider ou densifier l'hydrure s'il se présente sous  
20 forme de poudre.

Dans le but de tentativement résoudre ce problème, la demande de brevet japonais publiée le 26 décembre 1985 sous le numéro JP-A-60/262.830 au nom de TOYOTA CENTER OF RESEARCH & DEVELOPMENT LAB suggère de donner la forme d'une feuille mince à  
25 l'hydrure métallique que l'on veut utiliser. La feuille en question est obtenue en « moulant » l'hydrure autour d'un treillis métallique à l'aide d'une résine synthétique telle qu'une résine de silicone. Un tel procédé de « moulage » est relativement difficile à mettre en œuvre d'un point de vue industriel. D'autre part, comme chacun sait, les résines synthétiques (polymères) ne  
30 peuvent être exposées à de hautes températures. Les hydrures utilisées ne peuvent donc être que des hydrures à basse température (l'exemple 1 du



brevet fait mention de  $\text{LaNi}_5$ ). Il est impossible d'utiliser cette technologie avec des hydrures à haute température. De plus, les résines synthétiques ne conduisant ni l'électricité ni la chaleur, il est nécessaire d'incorporer des tuyaux à la feuille moulée pour faire circuler un liquide caloporteur pour les échanges de chaleur.

## OBJETS ET RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Un premier objet de la présente invention est de donner à un hydrure métallique une forme adéquate pour résoudre efficacement le problème pratique de transferts de chaleur et de masse ci-dessus évoqué.

Un second objet de l'invention est d'obtenir la mise en forme voulue d'une hydrure métallique en utilisant une technologie qui se prête parfaitement bien à la production industrielle à grande échelle et à faible coût.

Un troisième objet de l'invention est de généraliser l'usage de l'hydrure métallique ainsi mis en forme à toutes les applications industrielles possibles pour ce type de produit connu pour être capable d'absorber l'hydrogène de façon réversible.

Selon l'invention, ces divers objets sont atteints au moyen d'au moins une pièce à base d'au moins un hydrure métallique capable d'absorber l'hydrogène de façon réversible, caractérisée en ce qu'elle se présente sous la forme d'un ruban mince et dense obtenu par laminage d'une poudre du ou desdits hydrures métalliques.

Cette pièce a de préférence une épaisseur égale ou inférieure à 1 mm et est faite à partir d'une poudre d'hydrure(s) de structure nanocristalline (crystallites de taille inférieure à 100 nm). Elle peut avoir n'importe quelle forme : droite, empilée, repliée, en spirale, courbée, torsadée ou découpée.

Selon un mode tout particulièrement préféré de réalisation de l'invention, cette pièce peut contenir une première composante additionnelle servant à l'apport et/ou l'évacuation de chaleur. Cette première composante

additionnelle peut servir aussi de liant à la poudre d'hydrure(s).

La pièce peut aussi contenir une seconde composante additionnelle servant de liant à la poudre d'hydrure(s).

La première et/ou seconde composantes additionnelles ainsi  
5 utilisées se présentent de préférence sous la forme d'un additif en poudre. Cet additif peut être une poudre de Mg, Cu ou Al.

Alternativement, la première et/ou seconde composante additionnelles peuvent se présenter sous la forme d'une matrice tridimensionnelle de préférence métallique et de structure poreuse, qui est  
10 laminée avec la poudre d'hydrure(s).

La première et/ou seconde composantes additionnelles peuvent aussi se présenter sous la forme d'une plaque ou d'un tube en contact direct avec la poudre d'hydrures.

De préférence, le poids de la première et/ou seconde composante additionnelle représente au maximum 50% du poids de l'ensemble de la  
15 pièce. Plus préférentiellement encore, ce poids n'excède pas 30% du poids de l'ensemble de la pièce.

De par sa nature, la pièce selon l'invention est capable d'absorber de façon réversible l'hydrogène. Elle peut être façonnée pour posséder des  
20 caractéristiques électriques intrinsèques permettant la mesure de son contenu en hydrogène. Elle peut aussi être façonnée pour posséder des caractéristiques électriques intrinsèques permettant la désorption de l'hydrogène par passage d'un courant.

Tel que ci-dessus indiqué, la pièce à base d'hydrure(s)  
25 métallique(s) selon l'invention est fabriquée par laminage. Cette technique a l'avantage de permettre la fabrication de rubans minces très denses et de faible épaisseur qui, de ce fait, présentent les caractéristiques ci-haut recherchées. Cette technique a également l'avantage de se prêter parfaitement bien à la production industrielle à grande échelle à faible coût.

30 La pièce selon l'invention est, de par sa nature, particulièrement bien adaptée pour être utilisée comme élément de base dans un réservoir

pour le stockage et le transport de l'hydrogène. Elle peut aussi être utilisée dans une batterie du type Ni-MH pour le stockage et le transport d'énergie. Elle peut enfin être utilisée dans d'autres équipements choisis parmi les équipements de purification, séparation, compression, détection, 5 réfrigération, chauffage, stockage et génération d'énergie.

L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description plus détaillée mais non restrictive qui va suivre, faite en se référant aux dessins annexés.

## 10 BRÈVE PRÉSENTATION DES DESSINS

La figure 1 est une représentation schématique de la fabrication d'une pièce à base d'hydruure métallique selon l'invention, incorporant une structure poreuse métallique tridimensionnelle;

la figure 2 est une représentation d'une pièce à base d'hydruure 15 métallique selon l'invention, associée à, d'une part, une plaque métallique servant de caloporteur (et possiblement de contact d'électrode) et d'autre part, des matelas de fibres poreuses pour l'amenée ou le retrait de l'hydrogène et la compensation volumique;

la figure 3 est une vue en coupe de la moitié droite d'un ensemble 20 constitué d'une pièce selon l'invention associée à, d'une part, une plaque métallique servant de caloporteur et, d'autre part, un matelas isolant, cette vue donnant une simulation numérique du transfert de chaleur dans cet ensemble lors de l'absorption d'hydrogène;

la figure 4 est une courbe illustrant le changement de résistance 25 d'une pièce consolidée à base d'un hydruure métallique de formule  $MgH_2-5at\%V$  lors de la désorption d'hydrogène ainsi que la pression différentielle de l'appareil de titration d'hydrogène, en fonction de la température;

la figure 5 est une vue en coupe schématique d'un réservoir pour le stockage de l'hydrogène utilisant un empilement de pièces selon 30 l'invention;

la figure 6 est une vue en perspective ouverte du réservoir illustré en coupe sur la figure 5; et

les figures 7a à 7d sont des vues en perspective illustrant de façon schématique diverses géométries que peuvent avoir les pièces selon l'invention.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

Tel que précédemment indiqué, l'invention a essentiellement pour objet une pièce à base d'un ou plusieurs hydrures métalliques capables d'absorber l'hydrogène de façon réversible. Cette pièce se présente sous la forme d'un ruban mince et dense, d'épaisseur de préférence égale ou inférieure à 1 mm et de porosité de préférence inférieure à 20%, qui est obtenu par laminage d'une poudre du ou des hydrures choisis, avec ou sans composante(s) additionnelle(s). Ce ruban a une largeur typique inférieure à 15 cm et une longueur qui peut être de plusieurs mètres.

À titre d'exemples non limitatifs d'hydrures utilisables pour la fabrication des pièces, on peut notamment citer ceux de structure nanocristalline décrites dans les brevets américains nos 5.763.363; 5.837.030; 5.872.074 et 5.906.792 obtenus au nom de la Demanderesse conjointement ou non avec l'UNIVERSITÉ MCGILL. On peut citer plus particulièrement encore les hydrures à base Mg.

Le cœur de l'invention réside dans l'utilisation de la technique bien connue de laminage pour donner à la poudre d'hydrure(s) la forme d'un ruban mince et dense et ainsi permettre d'optimiser les transferts de masse (hydrogène) et de chaleur impliqués lors des processus d'absorption/désorption d'hydrogène.

Afin d'obtenir ainsi par laminage des rubans d'hydrures ayant une bonne intégrité structurale, des composantes additionnelles telles que des agents liants, peuvent être ajoutés à titre d'additifs aux hydrures utilisés. À titres d'exemples de tels additifs, on peut notamment citer Mg, Al, V, Cu, Li, Fe, Nb, C, le graphite, Co, Ni, Mn, Cr, Ti, Zr, Nb et FeTi. Ces additifs

sont de préférence sous la forme d'une poudre qui peut être mélangée à la poudre d'hydru(s) et laminée en même temps.

Comme composante additionnelle, on peut également envisager d'utiliser une structure tridimensionnelle de préférence poreuse et métallique telle qu'un « foam » métallique, d'y insérer la poudre d'hydru(s) dans les pores et de laminier le tout pour en faire un ruban mince. La structure métallique ainsi incorporée à la pièce permet alors d'évacuer la chaleur du ruban plus rapidement lors de l'absorption de l'hydrogène.

La figure 1 est illustrative de cette technique de fabrication. On y voit que la structure tridimensionnelle métallique 3 est introduite avec une plaque porteuse 5 de préférence faite d'un matériau caloporteur entre les rouleaux 7 d'un laminier. Juste avant cette introduction, la poudre d'hydru(s) 9 stockée dans un réservoir 11 est déversée sur la structure 3 pour en remplir les pores. Après laminage, la pièce sous forme de ruban mince et dense 1 qui est obtenue peut alors être associée à d'autres éléments tels qu'une grille de contact électrique 13 et des matelas 15 de microfibres de verre pour obtenir une unité opérante prête à être incorporée dans un réservoir de stockage d'hydrogène.

En pratique, le laminage peut être effectué à froid (température de la pièce) ou à chaud (température inférieure à 400°C). Les rouleaux 7 peuvent être chauffés et leur position respective ajustée pour obtenir une épaisseur et une densité voulue.

On comprendra que le ou les additifs ci-dessus mentionnés sont utilisés et laminés avec la poudre d'hydru(s) métallique essentiellement dans le but de maintenir l'intégrité structurale du ruban et d'agir comme caloporteur. Il est donc important d'utiliser de préférence des additifs sous forme de poudres métalliques ou de fibres également métalliques, qui soient non seulement capables d'agir comme liant mais aussi comme caloporteur.

En combinaison avec ces additifs ou comme substituts à ceux-ci, on peut utiliser aussi la structure tridimensionnelle métallique ou la plaque ou grille porteuse auxquelles il a déjà été fait référence ci-dessus, ou encore

un tube métallique dans lequel on insère la poudre d'hydrure avant le laminage. Ces éléments se doivent aussi d'être faits d'un matériau conducteur et être de préférence pourvus de perforations pour permettre un passage de l'hydrogène à absorber ou désorber.

5            Afin de promouvoir la désorption de l'hydrogène, les caractéristiques électriques intrinsèques des pièces sous forme de rubans obtenus par laminage peuvent être mises à contribution. Ainsi, par exemple, on sait que l'hydrure de magnésium  $MgH_2$  est un isolant. Lorsque le contenu d'additif métallique en poudre ou sous forme de structure poreuse  
10 dépasse le point de percolation, un ruban fait à partir de cet hydrure devient conducteur. De plus, lors de la désorption, le  $MgH_2$  passe de l'état isolant à l'état conducteur. On peut donc utiliser ces caractéristiques pour induire la désorption de l'hydrogène du ruban en y faisant passer un courant électrique. Le changement de résistivité en fonction de la teneur en  
15 hydrogène de ces pièces peut également servir d'indicateur du contenu en hydrogène du réservoir.

La figure 4 illustre à titre d'exemple le changement de résistance d'une pièce consolidée à base de  $MgH_2$  ainsi que la pression différentielle de l'appareil de titration d'hydrogène de cette pièce en fonction de la  
20 température lors d'une étape de désorption. Cette figure montre que lors de la désorption, l'hydrure de magnésium ( $MgH_2$ ) qui est un isolant devient conducteur (Mg). Cette figure peut être associée au Tableau ci-dessous qui indique la résistance électrique d'une pièce consolidée de 1 mm d'épaisseur, faite du même hydrure métallique nanocristallin de structure  $MgH_2$ -5at%V, auquel ont été ajoutées des quantités variables d'un liant constitué de Mg  
25 de granulométrie comprise entre  $105\ \mu m$  et  $850\ \mu m$  (la résistance interne de l'appareil de mesure était  $2000\ \Omega$ ).

Quantité de liant (Mg) ajoutée (exprimée en poids)	0	10%	15%	20%	30%
Résistance mesurée ( $\Omega$ )	$4 \times 10^{10}$	$1 \times 10^{10}$	3000	< 2000	< 2000

On notera que lorsque la composante additionnelle servant de liant se présente sous la forme d'une poudre qui est mélangée et intégrée à la poudre d'hydrure, il est de la plus haute importance que cette composante soit bien répartie et occupe tout le volume de la pièce, comme c'est le cas d'une structure tridimensionnelle métallique lorsqu'elle est enchâssée dans la poudre d'hydrure lors du laminage (voir figure 1). En fait, l'une et/ou l'autre de ces deux solutions sont très préférables au simple pressage de la poudre d'hydrure sur un substrat sans aucun additif.

Le concept d'utiliser des pièces sous forme de rubans laminés d'hydrures métalliques préparées telles que décrites ci-dessus est suffisamment flexible pour être adapté à une multitude d'applications. Ces rubans peuvent avoir n'importe quelle forme. Il peut s'agir de rubans plats et rectilignes, coupés en sections droites (voir les figures 5 et 6). Alternativement, les rubans peuvent être repliés et empilés sur eux-mêmes (figure 7a), enroulés en spirale (figure 7b), courbés (figure 7c) ou découpés, sectionnés et réassemblés à angle (figure 7d).

Les figures 5 et 6 illustrent un usage possible de plusieurs pièces 1 sous forme de rubans droits dans un réservoir 21 pour le stockage et le transport d'hydrogène. Ce réservoir 21 comprend une paroi externe 23, une paroi interne 25 fixée à la paroi externe *via* un manchon corrugué 27 jouant le rôle de renforcement mécanique et de bris thermique. Le manchon 27 définit aussi, de par sa structure, une pluralité de conduites 29 pour un fluide caloporteur (eau, huile ou autre liquide) qui est amené en 31 et sert pour le refroidissement lors de l'absorption ou pour le chauffage lors de la désorption de l'hydrogène. L'hydrogène circule *via* un tuyau 33 ouvrant dans le contenant défini par la paroi interne 25 et dans lequel les pièces 1

sont empilées. Les plaques 5 de contact perforées de pièces agissent comme caloporteur et sont reliées à la paroi interne pour agir avec celle-ci comme un échangeur de chaleur. Des matelas en microfibre de verre de porosité de l'ordre de, par exemple, 90% avec des pores de, par exemple, 0,3 microns, sont disposés entre les pièces tels qu'illustrés sur la figure 2 pour assurer l'amenée et le retrait de l'hydrogène et absorber la dilatation ou contraction volumique.

Le réservoir 21 ci-dessus décrit a de nombreux avantages. Il est sécuritaire et de fonctionnement simple. Il est de remplissage rapide et de grande capacité. Il assure une libération de l'hydrogène à la demande, et ce de façon efficace et rapide grâce à la structure des pièces 1 et leur espacement. Les cinétiques d'absorption/désorption sont très rapides et la capacité de stockage très grande. Le nombre de cycles d'absorption/désorption est également élevé.

Ceci rend ce réservoir 21 utilisable dans le secteur des transports (automobiles, autobus, tracteurs, camions, véhicules récréatifs, avions, bateaux, trains, transports militaires, etc...) ou pour les fabricants/utilisateurs de piles à combustibles, les producteurs d'énergie décentralisée, les utilisateurs d'hydrogène à très haute pureté et les utilisateurs de filtres pour l'hydrogène.

Jusqu'à présent, dans toutes les applications impliquant l'hydrogène notamment comme source d'énergie pour des piles à combustible ou moteur à combustion interne ou comme sources de production d'hydrogène dans les réformateurs ou électrocatalyseurs, le stockage de l'hydrogène se faisait principalement soit sous très haute pression avec les problèmes de sécurité que cela cause (pressions >> 300 psi), soit sous forme liquide, avec les problèmes que pose la conservation de très basses températures (<-253°C). Une autre solution était l'usage d'hydrures conventionnels sous forme de poudre non compactée ou de pièces massives avec les problèmes que cela pose, notamment une



cinétique d'absorption/désorption très lente et une faible capacité de stockage.

L'utilisation de la technique de laminage proposée selon l'invention pour la fabrication de rubans minces et denses d'hydrures permet d'optimiser les cinétiques d'absorption/désorption dans les réservoirs de stockage et maximiser les transferts de chaleur. L'utilisation des propriétés électriques intrinsèques des rubans consolidés près du point de percolation permet de mesurer le contenu en hydrogène et promouvoir la désorption de l'hydrogène. De par leur structure, les pièces obtenues permettent d'optimiser les transferts de masse et de chaleur dans les réservoirs à hydrures métalliques. Ils assurent de grandes cinétiques d'absorption/désorption de l'hydrogène, un rapide transfert de masse et de chaleur, un nombre de cycles d'absorption/désorption élevé. De par leur structure aussi, les pièces consolidées sont sécuritaires en comparaison à une poudre d'hydrure non liée qui présente un certain degré de pyrophoricité.

La technologie décrite ci-dessus et les pièces à base d'hydrure(s) en forme rubans selon l'invention peuvent aussi être utilisées efficacement pour des applications aux batteries de type Ni-MH (nickel - métal hydrure).

Le champ d'application des rubans d'hydrures et des réservoirs de stockage de l'hydrogène utilisant des pièces sous forme de rubans d'hydrures laminés selon l'invention est donc très vaste. Cette technologie est particulièrement bien adaptée pour être utilisée avec des hydrures nanocristallins car ces matériaux présentent une très grande cinétique d'absorption et de désorption de l'hydrogène. Elle est particulièrement adaptée aussi pour les hydrures à base de Mg (Mg,  $Mg_2Ni$  et leurs matériaux associés), Li, Na, Ti, Zr et Ca, qui sont connus comme des hydrures « stables » opérant à haute température et pour lesquels le problème des échanges de chaleur est important. Cette technologie peut également être utilisée pour les hydrures à basse température comme  $MmNi_5$ ,  $LaNi_5$ ,  $CaNi_5$ ,  $FeTi$ ,  $Ti_{0.98}$ ,  $Zr_{0.02}$ ,  $V_{0.43}$ ,  $Fe_{0.09}$ ,  $Cr_{0.05}$ ,  $Mn_{1.5}$ , alliages de Bogdanovic, etc.,

soit donc, en somme, tous les hydrures de type  $AB_5$ ,  $AB_2$ ,  $AB$ ,  $A_2B$ , les solutions solides, les alliages amorphes et nanocrystalline, les hydrures complexes et même le carbone, les nanotubes, etc...

## REVENDICATIONS

1. Une pièce à base d'au moins un hydrure métallique capable  
5 d'absorber l'hydrogène de façon réversible, caractérisée en ce qu'elle se présente sous la forme d'un ruban mince et dense obtenu par laminage d'une poudre du ou desdits hydrures métalliques.

2. Pièce selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle  
10 contient une première composante additionnelle servant à l'apport et/ou l'évacuation de chaleur.

3. Pièce selon la revendication 2, caractérisée en ce que la  
première composante additionnelle sert aussi de liant à la poudre  
15 d'hydrure(s).

4. Pièce selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle  
contient une seconde composante additionnelle servant de liant à la poudre  
d'hydrure(s).

20

5. Pièce selon la revendication 2, 3 ou 4 caractérisée en ce que  
la première et/ou seconde composante additionnelle se présente sous la  
forme d'un additif en poudre.

25 6. Pièce selon la revendication 5 caractérisée en ce que l'additif en poudre est constitué de Mg.

7. Pièce selon la revendication 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que  
la première et/ou seconde composante additionnelle se présente sous la  
30 forme d'une matrice tridimensionnelle qui est laminée avec la poudre d'hydrure(s).

8. Pièce selon la revendication 7, caractérisée en ce que la matrice est métallique et a une structure poreuse.

5           9. Pièce selon la revendication 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que la première et/ou seconde composante additionnelle se présente sous la forme d'une plaque en contact direct avec la poudre d'hydrure(s) ou d'un tube laminé contenant ladite poudre d'hydrure(s).

10           10. Pièce selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, caractérisée en ce que la première et/ou seconde composante additionnelle a un poids représentant jusqu'à 50% du poids de l'ensemble de la pièce.

15           11. Pièce selon la revendication 10, caractérisée en ce que la première et/ou seconde composante additionnelle a un poids représentant jusqu'à 30% du poids de l'ensemble de la pièce.

20           12. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que le ruban a une épaisseur égale ou inférieure à 1 mm.

          13. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la poudre d'hydrure(s) métallique(s) est nanocristalline.

25           14. Pièce selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'hydrure métallique nanocristallin est du type  $MgH_2$ -5at%V.

30           15. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que le ruban se présente sous une forme choisie dans le groupe constitué par les formes droite, empilée, repliée, en spirale, courbée, torsadée et découpée.

16. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce qu'elle est façonnée pour posséder des caractéristiques électriques intrinsèques permettant la mesure de son contenu en hydrogène.

5

17. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce qu'elle est façonnée pour posséder des caractéristiques électriques intrinsèques permettant la désorption de l'hydrogène par passage d'un courant.

10

18. Usage d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans un réservoir pour le stockage et le transport de l'hydrogène.

19. Usage d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans une batterie du type Ni-MH pour le stockage et le transport d'énergie.

15

20. Usage d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans un équipement choisi parmi les équipements de purification, séparation, compression, détection, réfrigération, chauffage, stockage et génération d'énergie.

20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 / 7

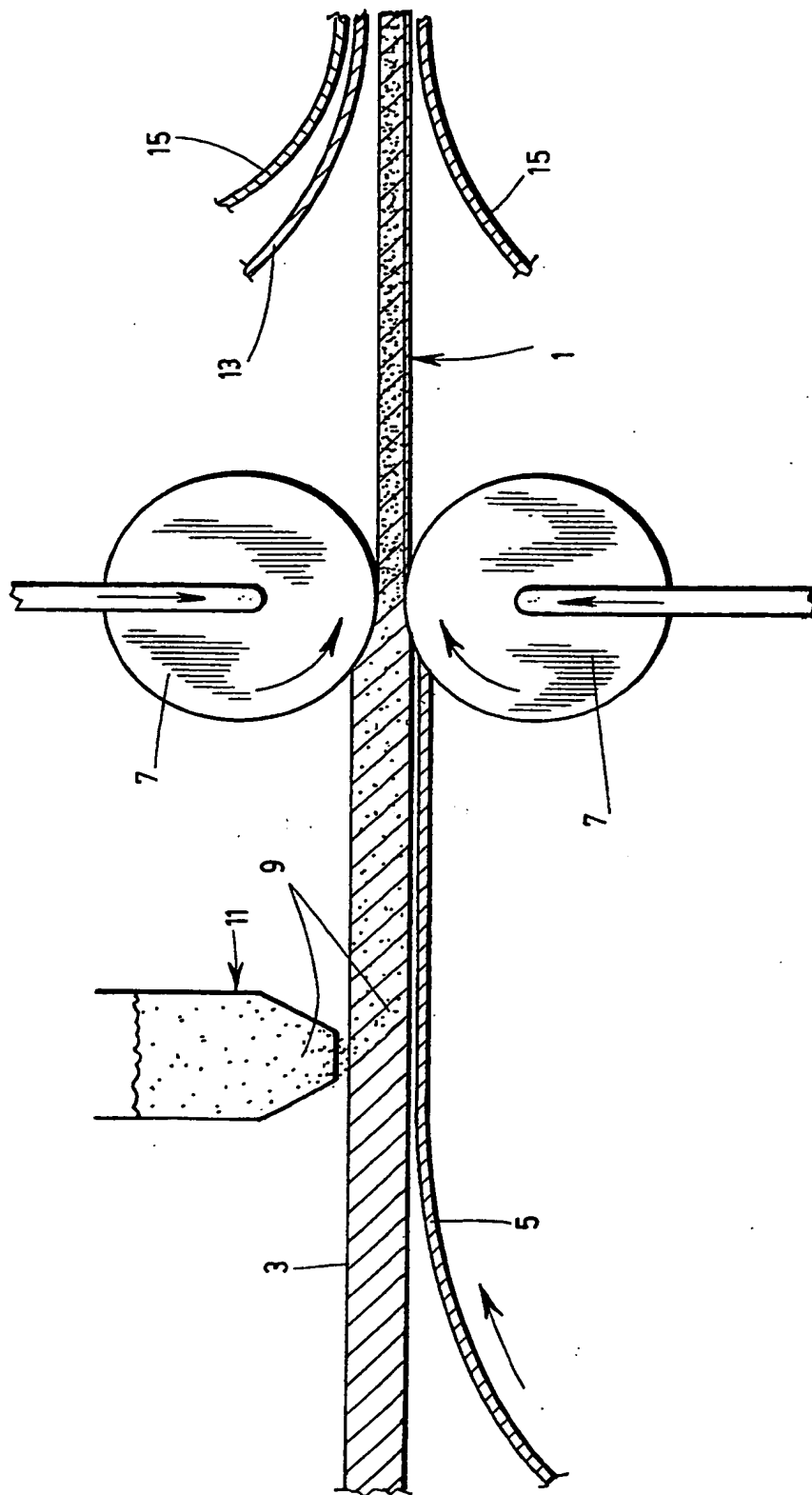


FIG. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



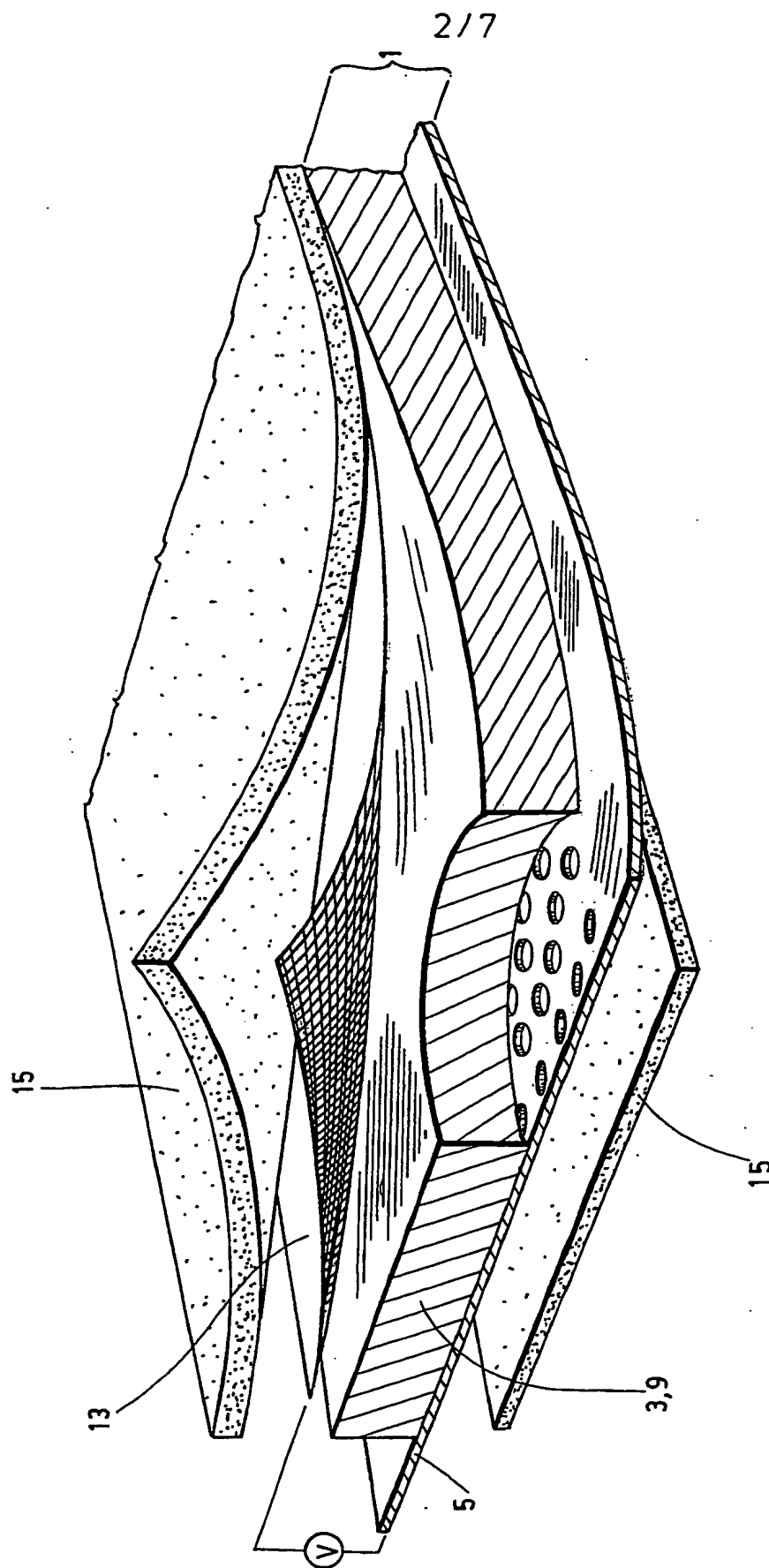


FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

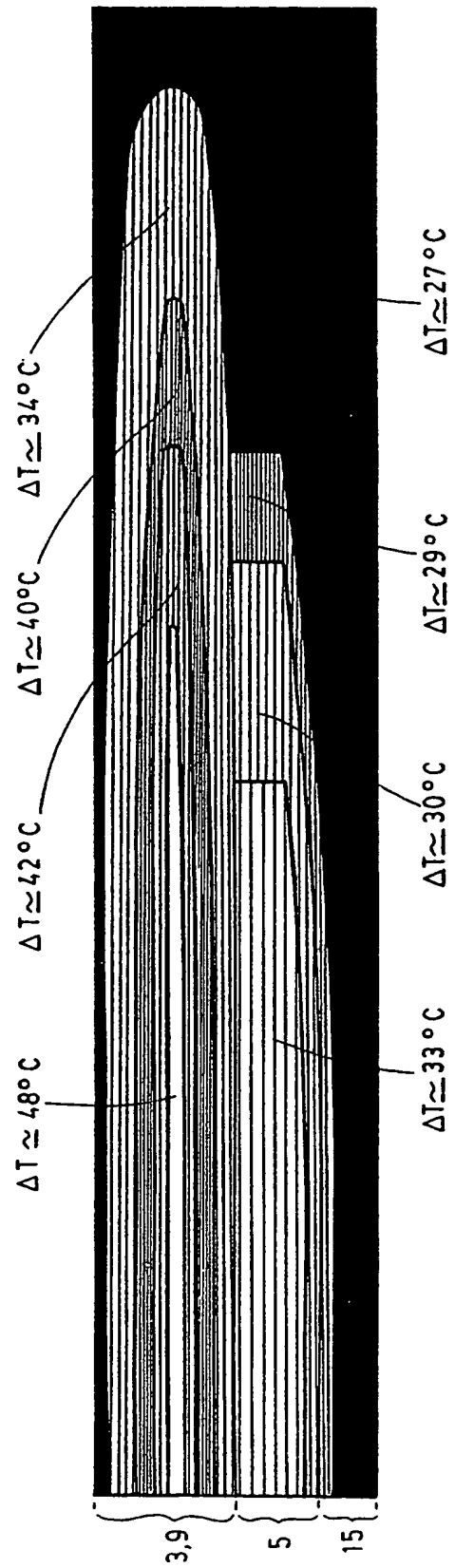


FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4 / 7

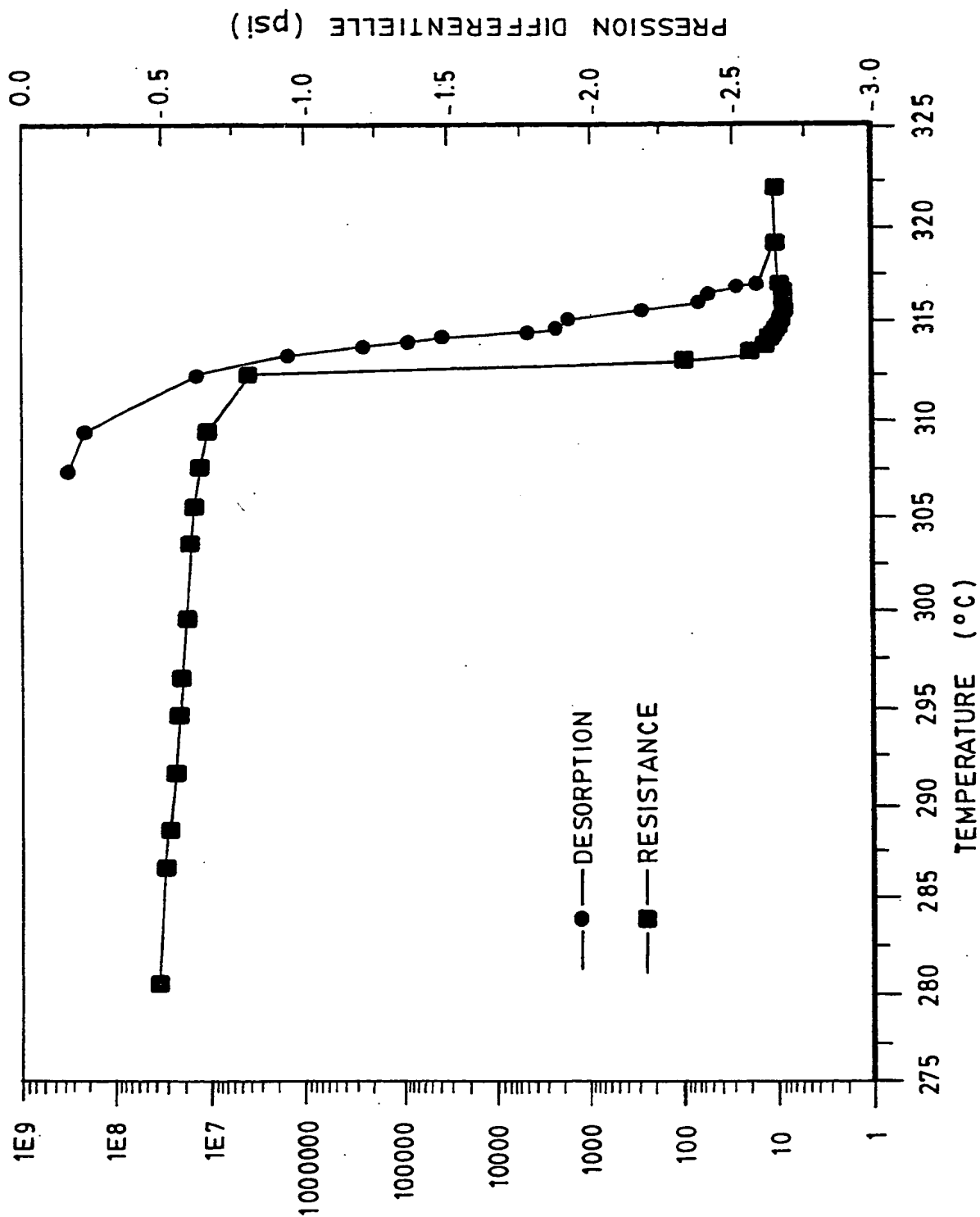
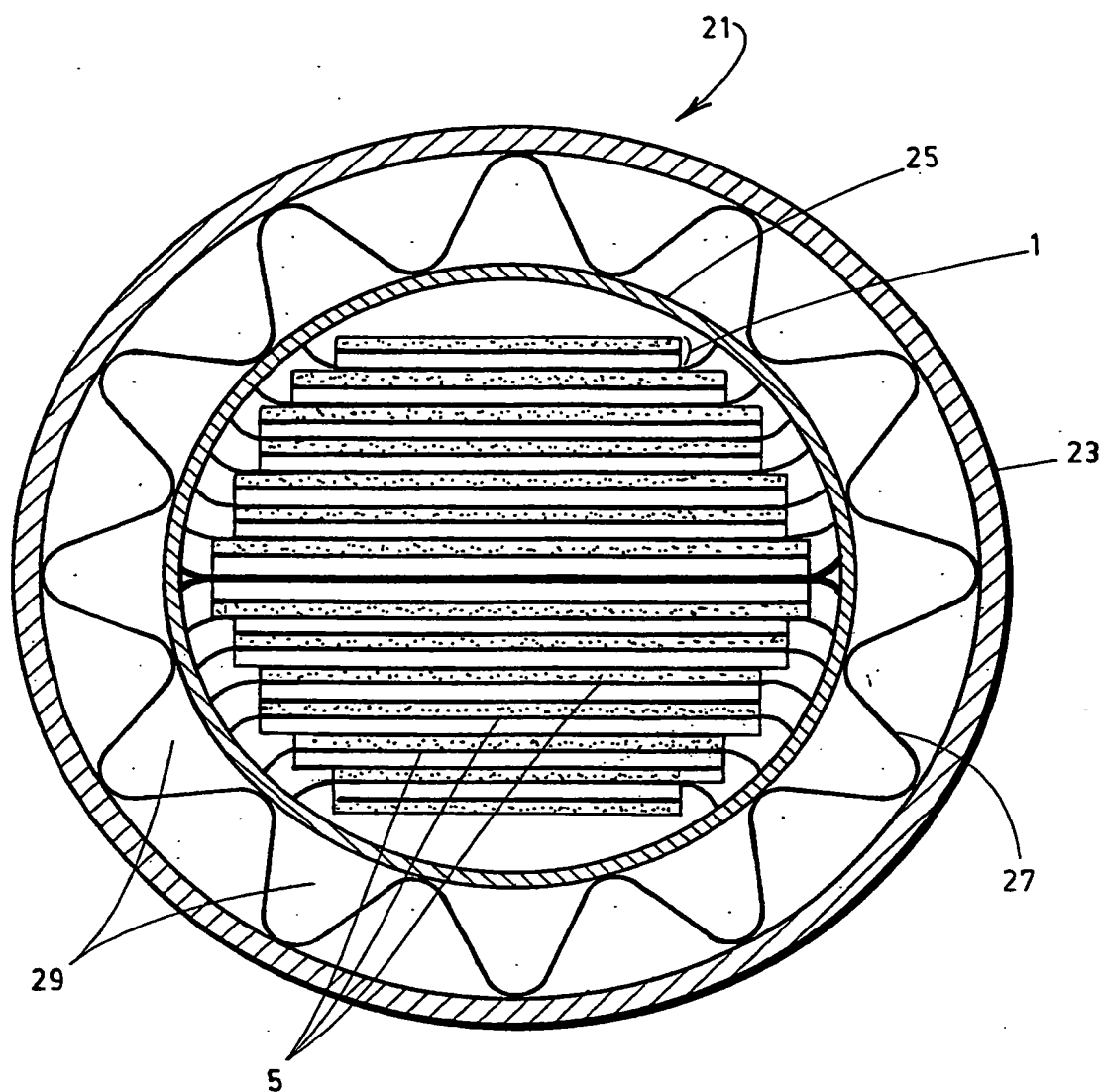


FIG. 4

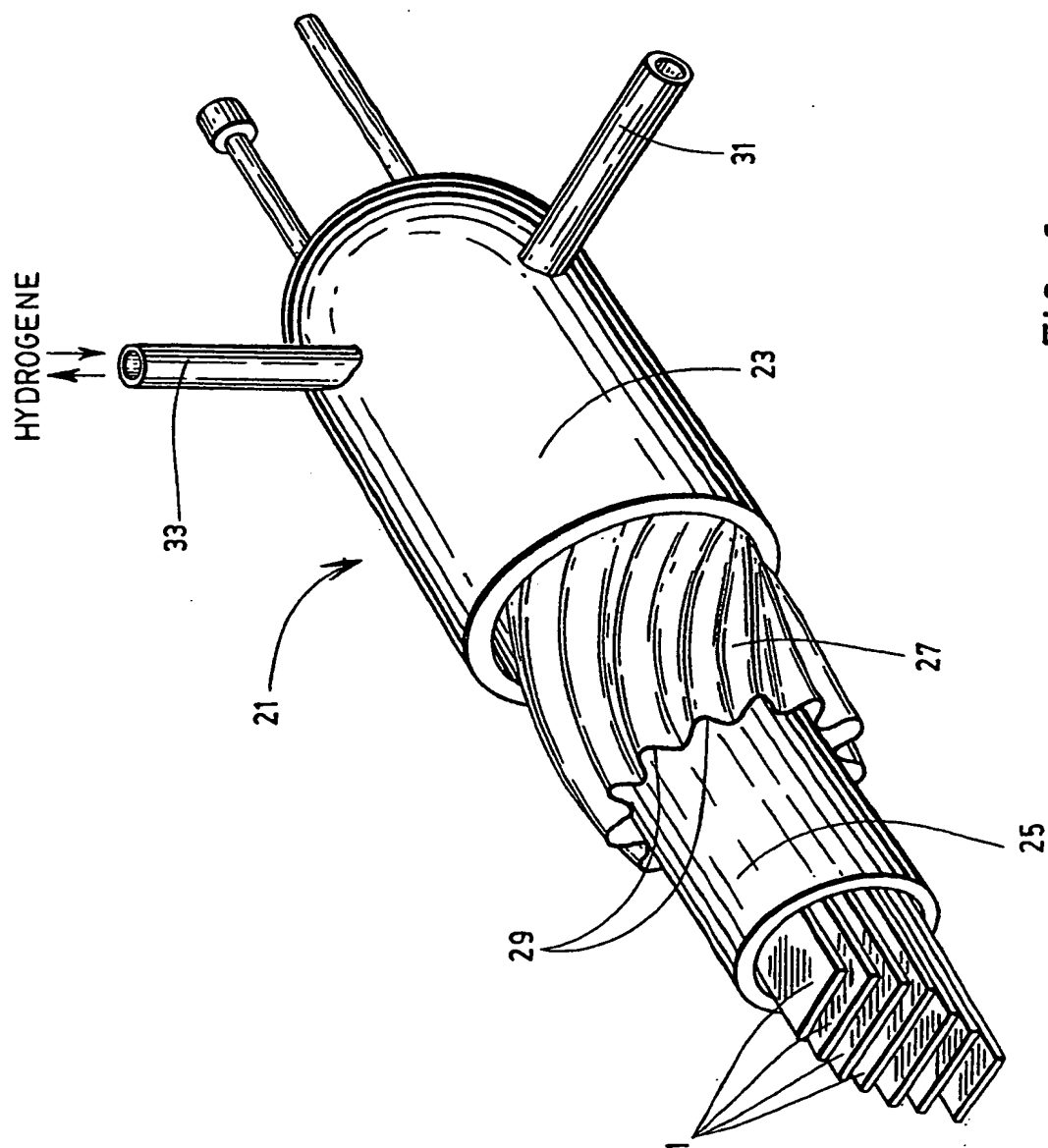
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5 / 7

FIG. 5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG. 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

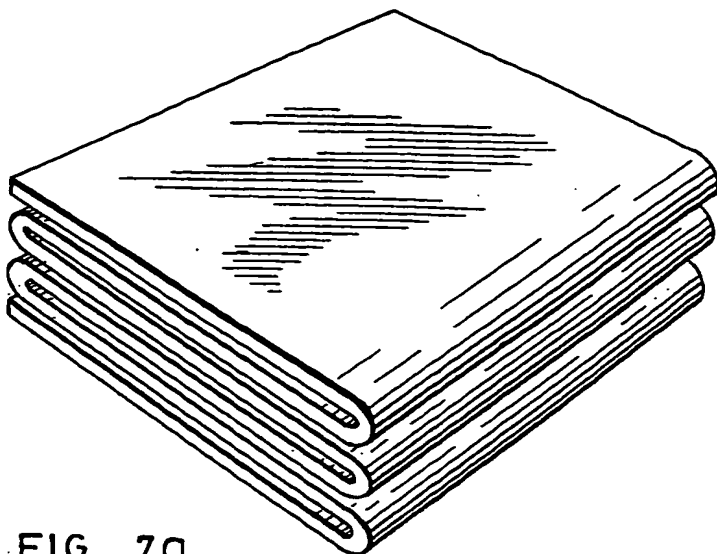


FIG. 7a

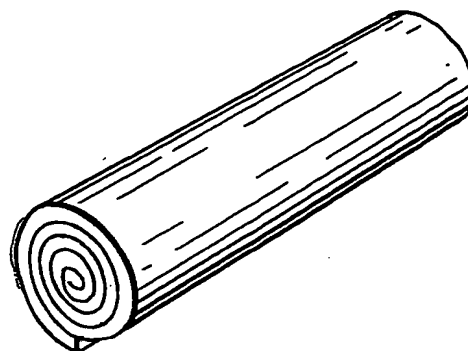


FIG. 7b

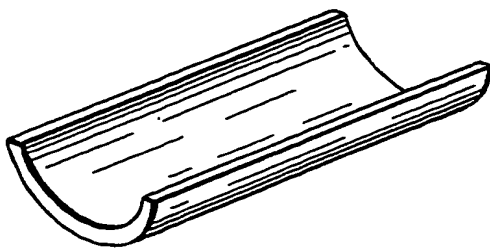


FIG. 7c

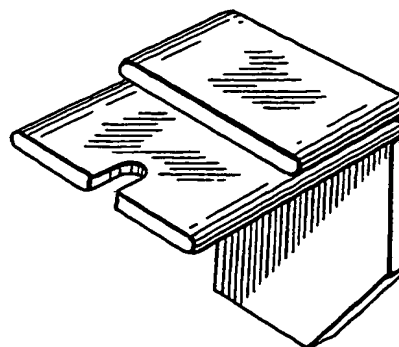


FIG. 7d

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/CA 00/00865

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01M4/24 H01M8/06 C01B3/00 C01B6/24 B22F3/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M C01B B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 245 932 A (ENERGY CONVERSION DEVICES INC) 19 November 1987 (1987-11-19)	1-5, 9-12,15, 19
Y	column 1, line 6 - line 32 column 5, line 21 -column 8, line 4	7,8,14
Y	WO 98 21767 A (ELTECH SYSTEMS CORP) 22 May 1998 (1998-05-22) page 11, line 19 -page 12, line 25; claims 31-33,61	7,8
Y	WO 96 23906 A (SCHULZ ROBERT ;UNIV MCGILL (CA); HYDRO QUEBEC (CA); ZALUSKA ALICJA) 8 August 1996 (1996-08-08) example 2	14
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2000

Date of mailing of the international search report

22/12/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schruers, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CA 00/00865

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 460 424 A (VARTA BATTERIE)  11 December 1991 (1991-12-11)  column 2, line 7 -column 4, line 42;  claims 1,2,4,8,9</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ion on patent family members

al Application No

PCT/CA 00/00865

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0245932 A	19-11-1987	US 4670214 A AT 57796 T CA 1278036 A DE 3765691 D JP 62278754 A US 4765598 A	02-06-1987 15-11-1990 18-12-1990 29-11-1990 03-12-1987 23-08-1988
WO 9821767 A	22-05-1998	NONE	
WO 9623906 A	08-08-1996	CA 2209777 A EP 0815273 A JP 11503489 T US 5964965 A	08-08-1996 07-01-1998 26-03-1999 12-10-1999
EP 0460424 A	11-12-1991	DE 4017884 A DE 59105911 D ES 2076407 T HK 169695 A	05-12-1991 10-08-1995 01-11-1995 10-11-1995

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

internationale No

PCT/CA 00/00865

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01M4/24 H01M8/06 C01B3/00 C01B6/24 B22F3/11

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01M C01B B22F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 245 932 A (ENERGY CONVERSION DEVICES INC) 19 novembre 1987 (1987-11-19)	1-5, 9-12,15, 19
Y	colonne 1, ligne 6 - ligne 32 colonne 5, ligne 21 -colonne 8, ligne 4 ---	7,8,14
Y	WO 98 21767 A (ELTECH SYSTEMS CORP) 22 mai 1998 (1998-05-22) page 11, ligne 19 -page 12, ligne 25; revendications 31-33,61 ---	7,8
Y	WO 96 23906 A (SCHULZ ROBERT ;UNIV MCGILL (CA); HYDRO QUEBEC (CA); ZALUSKA ALICJA) 8 août 1996 (1996-08-08) exemple 2 --- -/--	14

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 décembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Schruers, H

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/SA 00/00865

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 460 424 A (VARTA BATTERIE)  11 décembre 1991 (1991-12-11)  colonne 2, ligne 7 - colonne 4, ligne 42;  revendications 1,2,4,8,9  -----</p>	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux familles de brevets

internationale No

PCT/CA 00/00865

Document brevet cité au rapport d recherche		Date de publication	Membr (s) de la famille de brev t(s)	Date de publication
EP 0245932	A	19-11-1987	US 4670214 A AT 57796 T CA 1278036 A DE 3765691 D JP 62278754 A US 4765598 A	02-06-1987 15-11-1990 18-12-1990 29-11-1990 03-12-1987 23-08-1988
WO 9821767	A	22-05-1998	AUCUN	
WO 9623906	A	08-08-1996	CA 2209777 A EP 0815273 A JP 11503489 T US 5964965 A	08-08-1996 07-01-1998 26-03-1999 12-10-1999
EP 0460424	A	11-12-1991	DE 4017884 A DE 59105911 D ES 2076407 T HK 169695 A	05-12-1991 10-08-1995 01-11-1995 10-11-1995

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>27881-0637</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° <b>PCT/CA 00/ 00865</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>21/07/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>18/08/1999</b>
Déposant <b>HYDRO-QUEBEC</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

#### 1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☐ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☒ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

**RUBANS D'HYDRURES METALLIQUES ET LEUR USAGE POUR LE STOCKAGE DE L'HYDROGENE**

5. En ce qui concerne l'**abrégi**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des **dessins** à publier avec l'abrégi est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

☐ Aucune des figures n'est à publier.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

/CA 00/00865

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01M4/24 H01M8/06 C01B3/00 C01B6/24 B22F3/11

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01M C01B B22F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 245 932 A (ENERGY CONVERSION DEVICES INC) 19 novembre 1987 (1987-11-19)	1-5, 9-12, 15, 19
Y	colonne 1, ligne 6 - ligne 32 colonne 5, ligne 21 - colonne 8, ligne 4 ---	7, 8, 14
Y	WO 98 21767 A (ELTECH SYSTEMS CORP) 22 mai 1998 (1998-05-22) page 11, ligne 19 - page 12, ligne 25; revendications 31-33, 61 ---	7, 8
Y	WO 96 23906 A (SCHULZ ROBERT ; UNIV MCGILL (CA); HYDRO QUEBEC (CA); ZALUSKA ALICJA) 8 août 1996 (1996-08-08) exemple 2 --- -/--	14

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 décembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Schruers, H

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

T/CA 00/00865

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 460 424 A (VARTA BATTERIE)  11 décembre 1991 (1991-12-11)  colonne 2, ligne 7 -colonne 4, ligne 42;  revendications 1,2,4,8,9  -----</p>	1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

T/CA 00/00865

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0245932	A	19-11-1987	US 4670214 A AT 57796 T CA 1278036 A DE 3765691 D JP 62278754 A US 4765598 A	02-06-1987 15-11-1990 18-12-1990 29-11-1990 03-12-1987 23-08-1988
WO 9821767	A	22-05-1998	NONE	
WO 9623906	A	08-08-1996	CA 2209777 A EP 0815273 A JP 11503489 T US 5964965 A	08-08-1996 07-01-1998 26-03-1999 12-10-1999
EP 0460424	A	11-12-1991	DE 4017884 A DE 59105911 D ES 2076407 T HK 169695 A	05-12-1991 10-08-1995 01-11-1995 10-11-1995

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**